

Thermische Nutzung von Grünlandaufwuchs

Recht, Technik, Wirtschaftlichkeit

Konrad Raab

Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Forschungszentrum Karlsruhe

Grundlage

Perspektiven einer nachhaltigen Grünlandnutzung zur Energieerzeugung

**Forschungsprojekt im Auftrag des
Ministeriums Ländlicher Raum
Baden-Württemberg**

Dr. Christine Rösch, Konrad Raab, Dr. Volker Stelzer
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Forschungszentrum Karlsruhe



Grünlandüberschuss in Baden-Württemberg

In Jahr 2015 werden rd. 167.000 ha –
dies entspricht 26 % der Dauergrünlandfläche –
nicht mehr für die Tierfütterung benötigt

Auf dieser Fläche könnten rd. 0,9 Mio. t TS Biomasse
erzeugt werden
(Energiestroh: rd. 1 Mio. t TS)

Voraussetzungen für Biogasnutzung

Hoher Ertrag pro Schnitt

Einsatz leistungsfähiger Erntetechnik

Gute Futterqualität für hohe Biogasausbeuten

Eignung der Grünlandflächen für eine energetische Verwertung

Für Biogasnutzung nicht geeignete Flächen

Hangneigung > 25 %	65.000 ha
Streuobstwiesen	81.000 ha
Biotope, FFH-Wiesen	25.000 ha

Für Biogasnutzung bedingt geeignete Flächen

Extensiv genutzte Wiesen	81.000 ha
--------------------------	-----------

Summe

Überschussfläche	167.000 ha
für Biogasnutzung geeignet	64.000 ha
für Biogasnutzung nicht geeignet	103.000 ha

Vorschriften und Emissionsgrenzwerte für Heuverbrennung

Feuerungswärmeleistung	Genehmigungsverfahren	Vorschrift	O ₂ -Bezugswert	Staub	CO	Ges.-C	NO _x	HCl	Dioxine
			Vol.-%	mg/Nm ³					ng/Nm ³
15 – 100 kW	nicht genehmigungspflichtig, Heu gilt als Regelbrennstoff	1. BImSchV	13	150	4.000	-	-	-	-
0,1 – 1 MW	genehmigungspflichtig	4. BImSchV TA Luft	11	50	250	50	500	30	0,1
1 – 50 MW				20			400		

Problempunkte: Novellierung 1. BImSchV
 Staubgrenzwerte (v. a. Feinstaub)
 HCl, NO_x

Stoffeigenschaften von Grünlandaufwuchs

Parameter	Einheit	Futterwiese intensiv	Futterwiese extensiv	Streuwiese	Stroh	Holz
Rohprotein	% TM	15 – 20	10 – 15	5 – 10	3,5 – 5,0	-
Rohfaser	% TM	20 – 25	30 – 35	35 – 45	45 – 50	-
NEL	MJ/kg TM	6,0 – 6,5	4 – 5	2,5 – 3,5	3,0 – 3,5	-
Stickstoff	% TM	2 – 3	1,5 – 2,0	1,0 – 1,5	0,4 – 0,6	0,15
Schwefel	% TM	0,14 – 0,16			0,05 – 0,1	0,015
Chlor	% TM	0,3 – 1,4			0,3 – 0,8	0,005
Kalium	% TM	1,5 – 2,0			1,0 – 1,8	0,14
Calcium	% TM	0,4 – 0,5			0,3 – 0,4	0,5
Asche	% TM	5,0 – 9,0			5,0 – 6,0	0,5
Heizwert	MJ/kg TM	16,4 – 17,4			17,1 – 17,6	18,5
Sinterbeginn	°C	840 – 1020			815 – 890	1190
Erweichungspunkt	°C	870 – 1060			885 – 930	1425

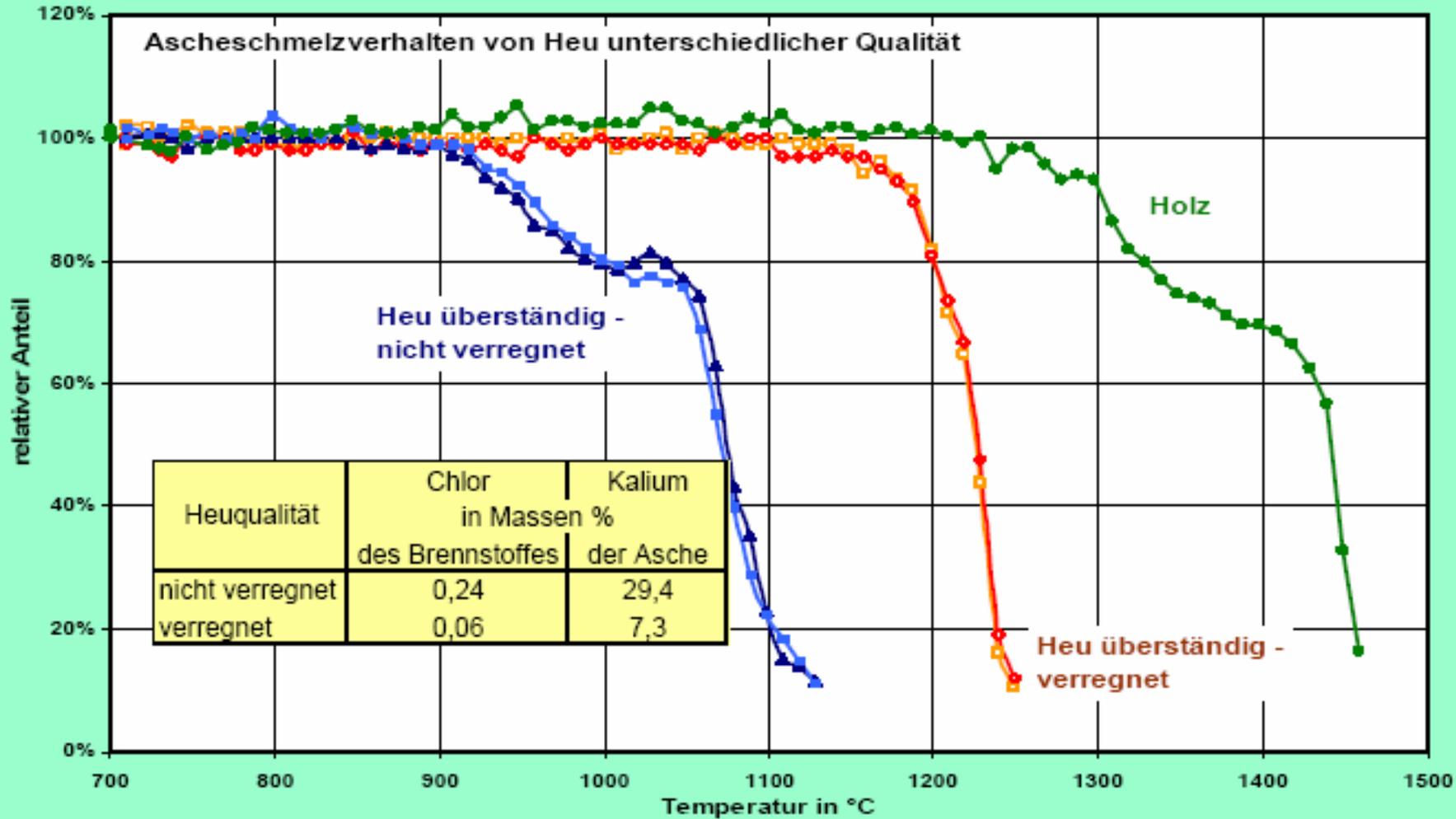
Quellen: Elsässer; FNR; Briemle/Elsässer; Ilg/ Briemle, Leitfaden Bioenergie

Stoffeigenschaften von Grünlandaufwuchs

Parameter	Einheit	Landschafts- pflegeheu	Straßengras- schnitt	Rohr- schwingel	Weidel- gras
Stickstoff	% TM	1,14	1,49	0,87	1,34
Chlor	% TM	0,31	0,88	0,5	1,39
Kalium	% TM	1,49	1,30	1,94	1,5
Calcium	% TM	0,5	2,38	0,38	
Asche	% TM	5,7	23,1	8,5	8,8
Heizwert	MJ/kg TM	17,4	14,1	16,4	16,5
Sinterbeginn	°C	1017	1181	840	
Erweichungs- punkt	°C	1061	1200	869	

Quelle: Härdtlein, Eltrop, Thrän: Standardisierung biogener Festbrennstoffe

Brennstoffqualität



Quelle: Oechsner, Landesanstalt f. landwirtschaftliches Maschinen- und Bauwesen, Uni Hohenheim

Brennstoffaufbereitung

	Dichte, Schüttgewicht kg/m ³	Energiedichte MJ/m ³	Vor- und Nachteile
Häcksel	70	1.000	Transport- und Lagerungsprobleme
HD-Ballen, Rundballen, Quaderballen	130 – 170	1.900 – 2.400	kostengünstig, nur eine Aufbereitungsform von Ernte bis Verfeuerung
Pellets	600	9.250	gute Riesel- und Dosierfähigkeit, handelbar teuer (50 – 100 €/t für Pelletierung)

Pelletqualität

bei Pelletierung kann Qualität durch Zuschlagstoffe verbessert werden:
z. B. Abriebfestigkeit, Ascheerweichungspunkt



Weizenstrohpellets
ohne Zuschläge
Abrieb 7,8%



Weizenstrohpellets
mit 2% Kalksand
Abrieb 15,8%



Heupellets
ohne Zuschläge
Abrieb 1,8%

Quelle: Kiesevalter, Sächsische Landesanstalt f. Landwirtschaft

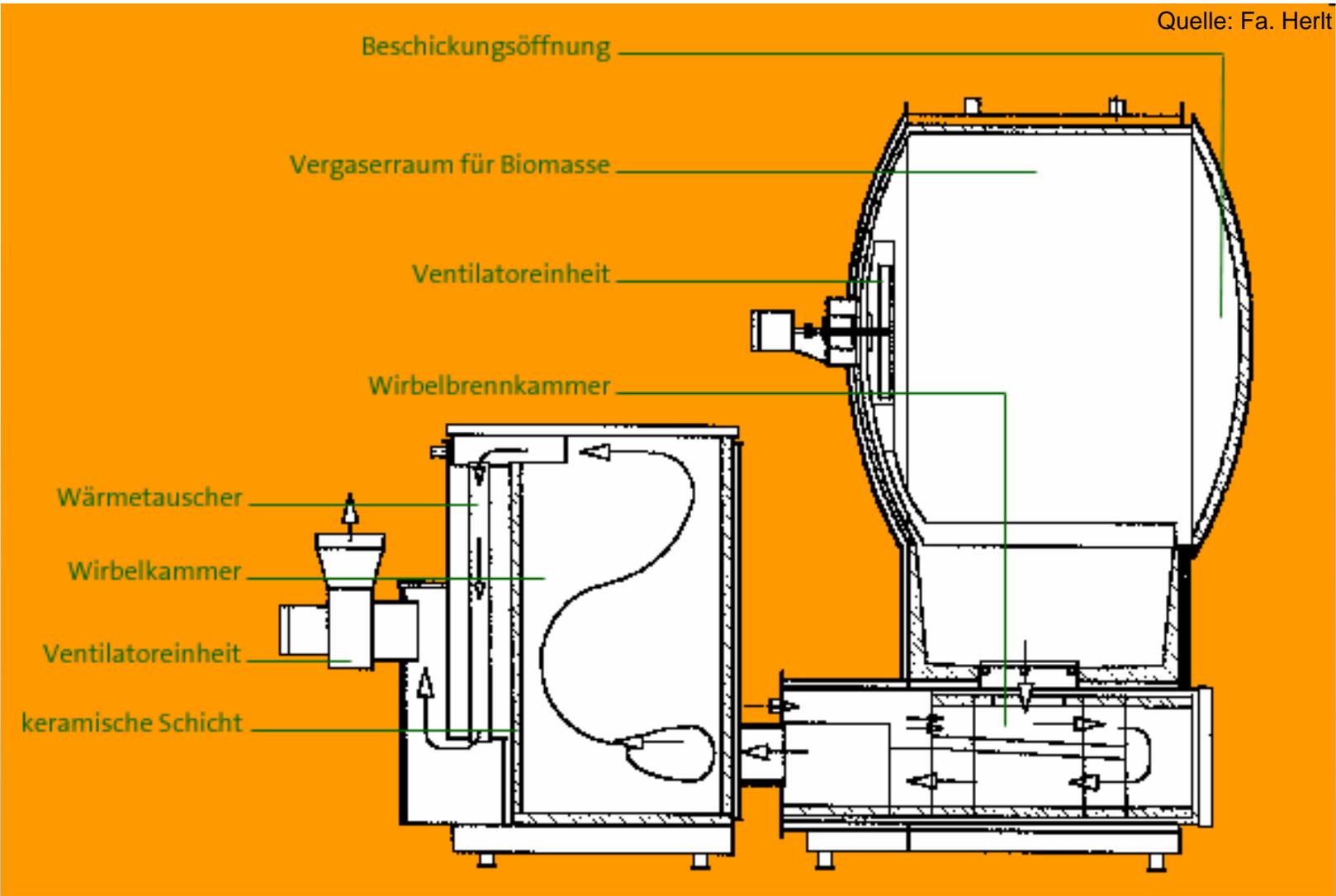
Verbrennungstechnik Kleinanlagen

Leistung	Betrieb	Brennstoff-aufbereitung	Marktreife	Probleme
bis 100 kW	diskontinuierlich	Rundballen	Anlage der Fa. Herlt verfügbar	Anfeuerung, Ballenwechsel
	quasi kontinuierlich	HD-Ballen	Anlagen verfügbar	Brennstoffzufuhr, Entstaubung, Ascheaustrag
	kontinuierlich	Pellets	Anlagen im Testbetrieb	?

Verbrennungstechnik Kleinanlagen Rundballen

Ganzballenvergaser Fa. Herlt (85 – 400 kW)

Quelle: Fa. Herlt



Verbrennungstechnik Kleinanlagen Rundballen

Ganzballenvergaser Fa. Herlt

Fotos: Teufel, Wiesenburger Land e.G.



Ganzballenvergaser Fa. Herlt HSV 145

Abbrandversuche mit Heu- und Maisstrohballen

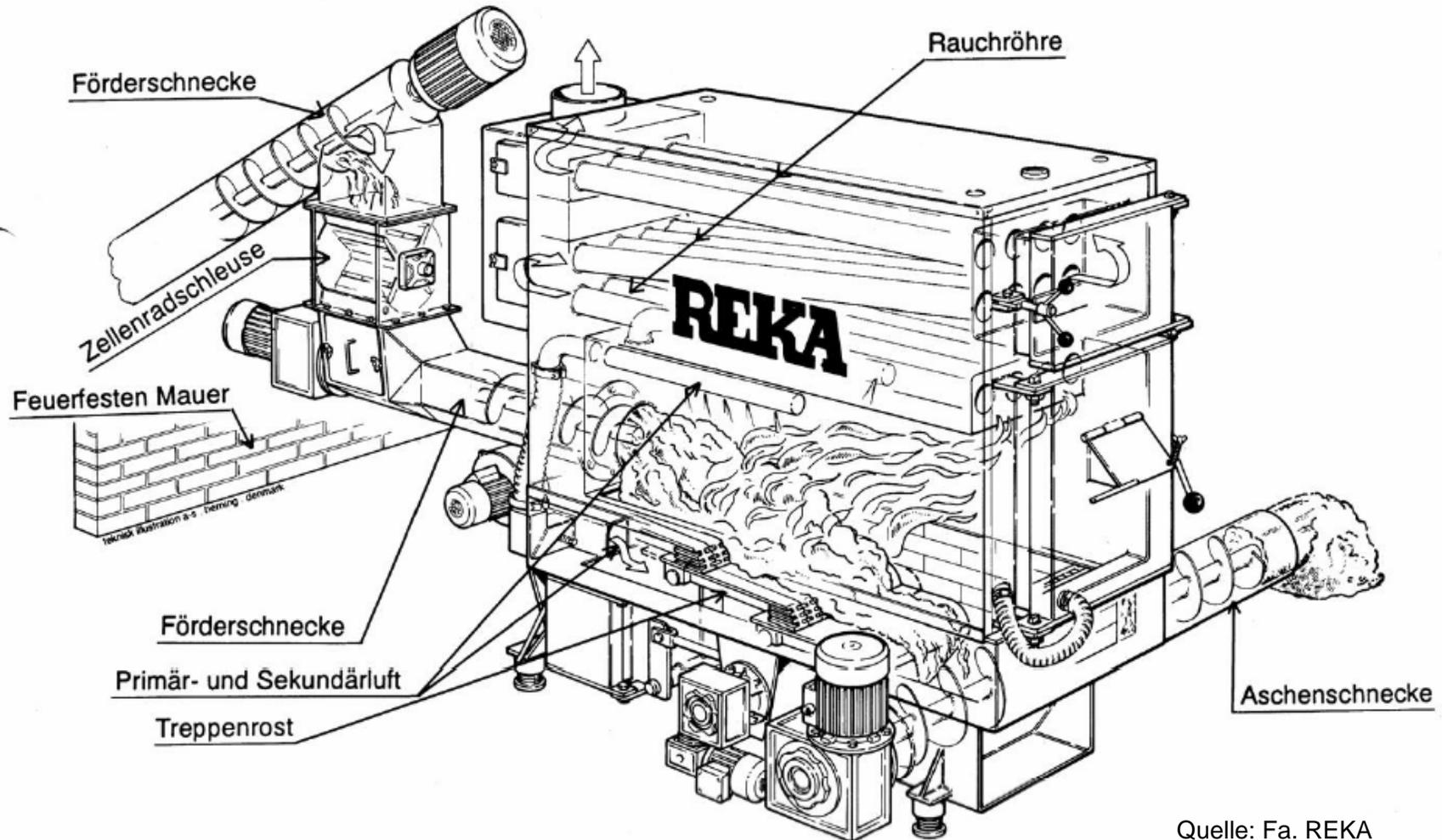
Emissionen*		Heu	Maisstroh	Grenzwerte	
				1. BImSchV	TA Luft
CO	mg/Nm ³	50	64	4000	250
NO _x	mg/Nm ³	494	785	-	500
Ges. C	mg/Nm ³	9	10	-	50
Staub	mg/Nm ³	92	74	150	50

*bezogen auf 11 % O₂

Quelle: Kiesevalter, Sächsische Landesanstalt f. Landwirtschaft

Verbrennungstechnik Kleinanlagen HD-Ballen

Treppenrostfeuerung für trockene Brennstoffe REKA (20–3500 kW)



Quelle: Fa. REKA

Verbrennungstechnik Kleinanlagen HD-Ballen

Heu-Rostfeuerung Fa. REKA (30 kW)



Heu-Rostfeuerung Fa. REKA (30 kW) mit HD-Ballen

- seit Januar 2005 in Betrieb, von Uni Hohenheim wissenschaftlich begleitet
- Erste Ergebnisse:
 - zeitweise Probleme bei der Ballen-Zerkleinerung
 - Verbrennung funktioniert gut
 - kaum Schlackebildung
 - „Wollige Asche“ war zeitweise nur schwer aus dem Brennraum zu befördern
 - NO_x-Werte 380 – 520 mg/Nm³
 - CO-Werte 170 – 450 mg/Nm³
 - Staubgehalt ohne Filter 190 – 300 mg/Nm³

Quelle: Oechsner, Landesanstalt f. landwirtschaftliches Maschinen- und Bauwesen, Uni Hohenheim

Edelstahlgewebefilter Fa. Winkel

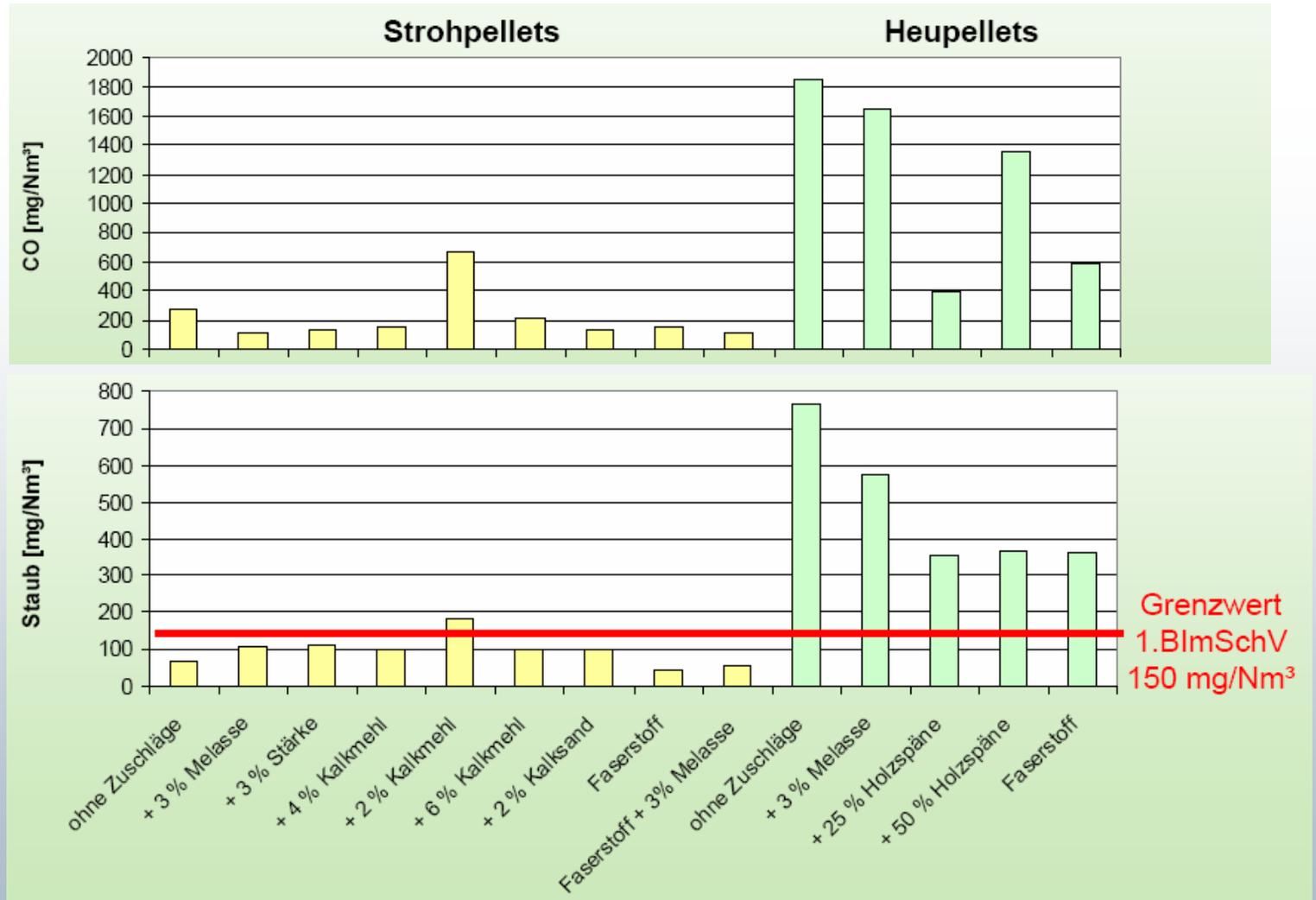


Fotos: Oechsner

Staubgehalt mit Filter: $< 10 \text{ mg/Nm}^3$

Verbrennungstechnik Kleinanlagen Pellets

Abbrandversuche im Biomassekompaktkessel ÖKOTHERM 49 kW



Quelle: Kiesewalter, Sächsische Landesanstalt f. Landwirtschaft

Halmgut-Pelletfeuerung, Neuentwicklungen

- derzeit Tests mit Getreide und Halmgutpellets (9 FNR-Projekte)
 - Endberichte liegen noch nicht vor, aber erste Ergebnisse viel versprechend
 - Verschlackungsgefahr ist beherrschbar
 - CO-Werte unter 250 mg/m^3
 - Staubwerte unter 100 mg/m^3
 - NO_x -Werte bei $250 - 500 \text{ mg/m}^3$
- keine Probleme mit aktueller 1. BImSchV, Grenzwerte der TA-Luft sind in Reichweite

Halmgut-Pelletfeuerung

Agroflamm (40 kW)

Verbrennungsprozess

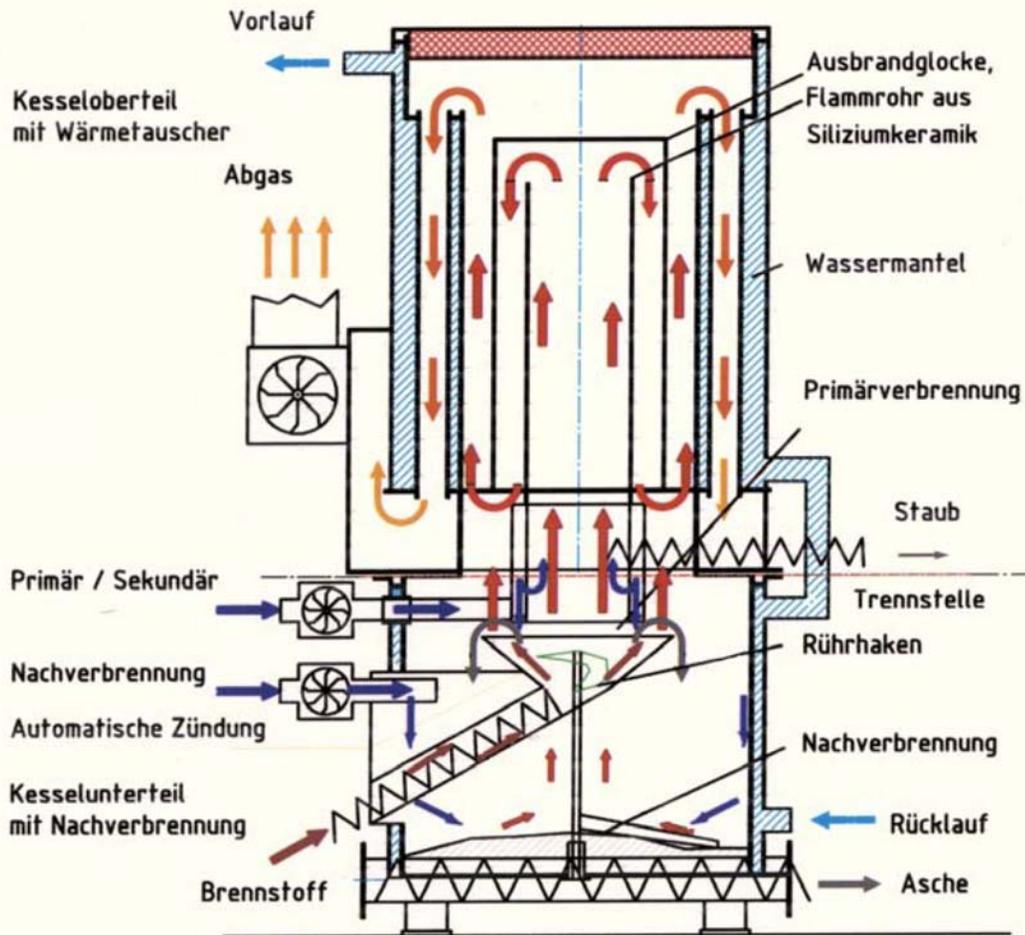
1. Stufe

- Trocknung und Entgasung des Brennstoffs
- Flüchtige brennbare Bestandteile entgast und verbrannt

2. Stufe

- Nach der 1. Verbrennungsphase verbleiben kornförmige Kohlenstoffgerüste
- Diese werden in einen gesonderten Verbrennungsraum befördert und in einer langsam verlaufenden Reaktion zwischen Gasphase und Feststoff verbrannt

Quelle: Agroflamm



Verbrennungstechnik Kleinanlagen Pellets

Halmgut-Pelletfeuerung Agroflamm (40 kW)

Fotos: Agroflamm

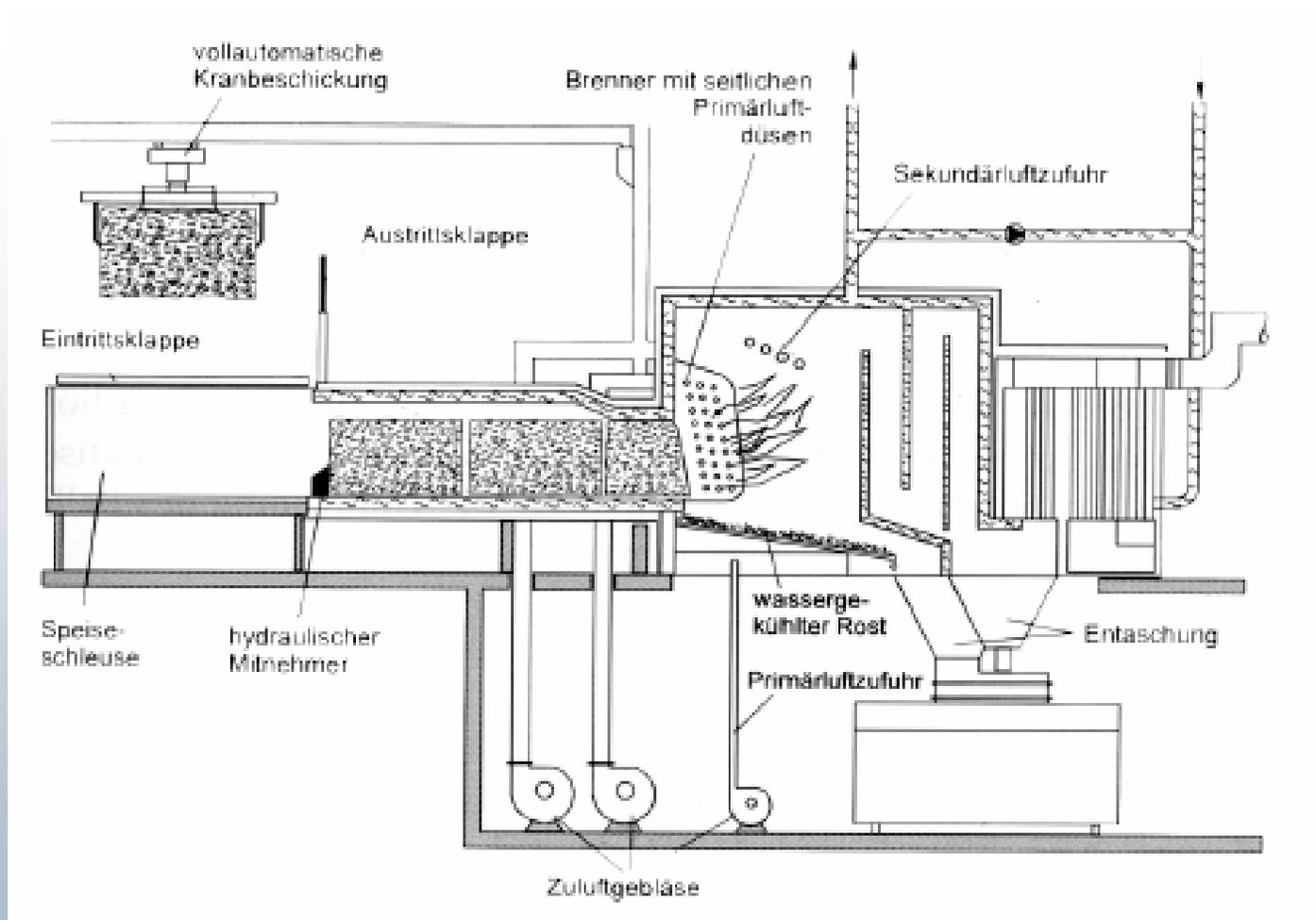


Verbrennungstechnik Großanlagen

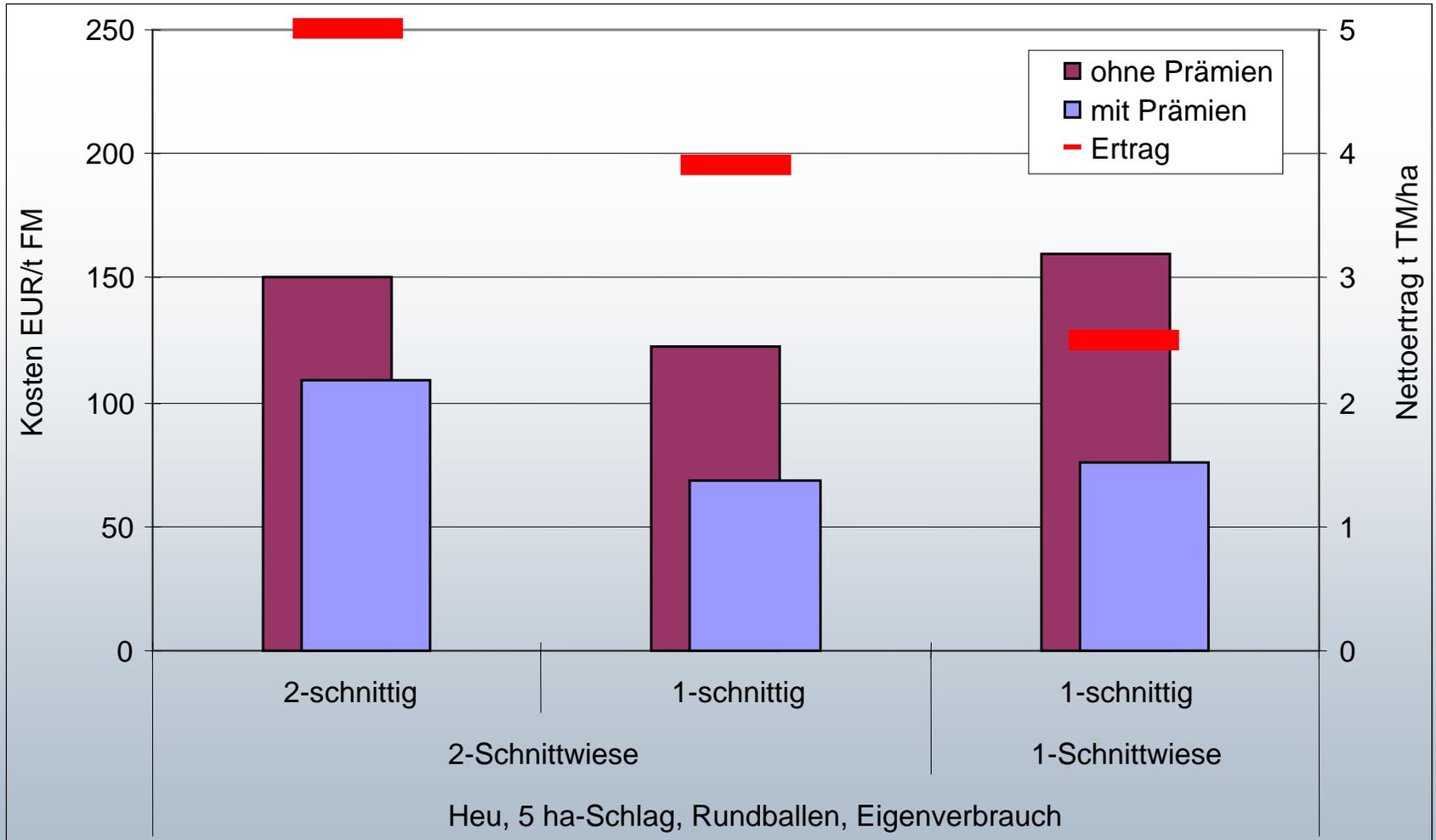
Leistung	Betrieb	Brennstoff-aufbereitung	Marktreife	Probleme
bis 400 kW	diskontinuierlich	Rundballen	Anlage der Fa. Herlt verfügbar	Anfeuerung, Ballenwechsel
500 kW bis ca. 30 MW	kontinuierlich, ohne Auflösung	Quaderballen	viele Anlagen verschiedener Hersteller für Stroh verfügbar, in Deutschland nur wenige Anlagen in Betrieb	keine Anlagen mit Heu befeuert, Hinweise auf Probleme mit HCl und NO _x
	kontinuierlich, mit Auflösung	Rund- oder Quaderballen		
	chargenweise, mit Scheibenteiler			
über 100 MW	Mitverbrennung in fossil befeuerten Kraftwerken	Pellets, Staub bzw. Brenngas aus Vergasung	einige Anlagen für Stroh in Betrieb (nicht in Deutschland)	keine Stromvergütung nach EEG, weite Transportwege für Brennstoff

„Zigarrenbrenner“ Fa. Völund

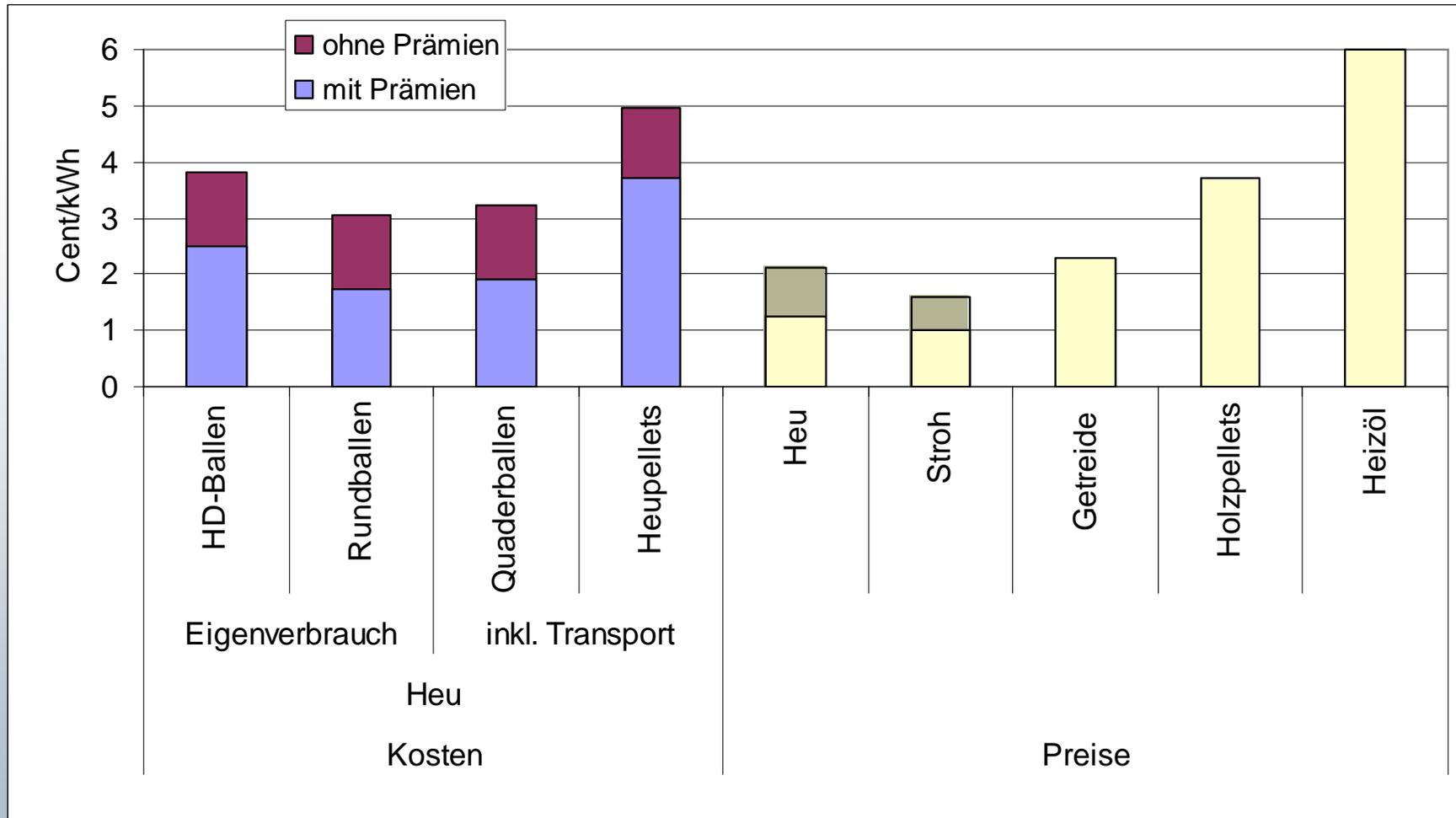
Quelle: Thüringer Landesanstalt f. Landwirtschaft



Brennstoffkosten



Brennstoffkosten und -preise



Wärmegestehungskosten Kleinanlagen

- | | |
|---------------------------|-------------------|
| ➤ Heuballen oder –pellets | 7,5 – 15 Cent/kWh |
| ➤ Getreide | 7,7 Cent/kWh |
| ➤ Holzpellets | 6,9 Cent kWh |
| ➤ Ölheizung | 8,7 Cent/kWh |

Wärmegestehungskosten Großanlagen

- 3 MW-Verbrennungsanlage mit Stroh kann wirtschaftlich sein
- Mitverbrennung beschäftigt Energieversorger
- für Vergasung entstehen Pilotanlagen

Wärmegestehungskosten Großanlagen

- 3 MW-Verbrennungsanlage mit Stroh kann wirtschaftlich sein
- Mitverbrennung beschäftigt Energieversorger
- für Vergasung entstehen Pilotanlagen

Fazit

Rechtlich ist die Verbrennung von Heu möglich, allerdings mit strengen Emissionsgrenzwerten, die zukünftig auch für Kleinanlagen drohen

Eigenschaften des Brennstoffs Heu (Verschlackungs- und Korrosionsgefahr, hoher Ascheanteil, Gehalt an Cl, K, N) bedingen angepasste Feuerungstechnik

Für Kleinanlagen werden Feuerungstechniken für unterschiedlich aufbereiteten Brennstoff entwickelt und erfolgreich getestet

Für Großanlagen steht Verbrennungstechnik der Strohverbrennung zur Verfügung

Wirtschaftlich erscheint Heuverbrennung gegenwärtig sowohl Stroh und Getreide als auch Holzpellets und Heizöl unterlegen

Für die Zukunft zeigen Mitverbrennung und Vergasung neue Perspektiven auf



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit